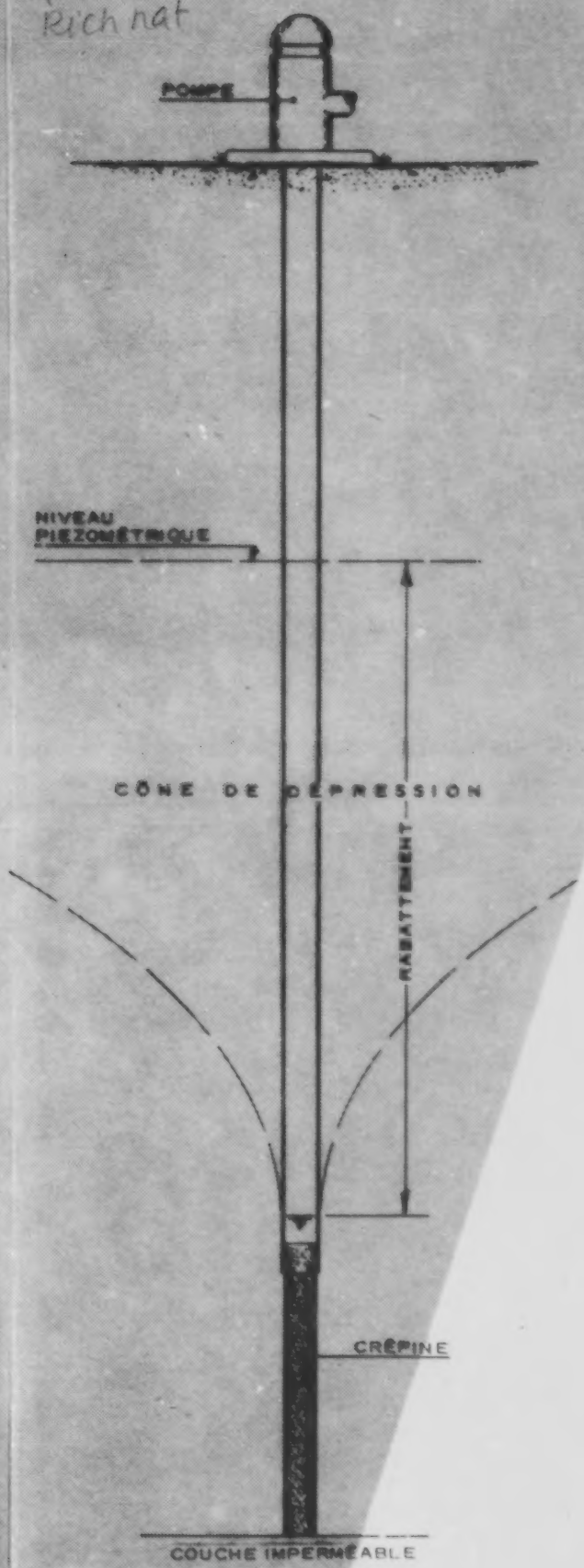
Que
Rich nat



GOUVERNEMENT DU QUÉBEC
MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES
DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX

HYDROGÉOLOGIE DE RIVIÈRE-DU-LOUP — TROIS-PISTOLES

Rénald McCormack

SERVICE DES EAUX SOUTERRAINES

LEGISLATIVE LIBRARY OF ONTARIO
TORONTO
JAN 16 1980
RECEIVED

QUÉBEC
1978

H.G.-10

ABSTRACT

A detailed hydrogeologic survey of the Rivière-du-Loup/ Trois-Pistoles area was carried out between 1972 and 1975. Exploratory work, which was confined for the most part to a riverine strip of land some six miles wide and running parallel to the Saint Lawrence River provided technical assistance to six municipalities faced with a water supply problem.

Some of the stratigraphic test holes penetrated thick layers of unconsolidated surface deposits, some of which consisting of large beds of sand and gravel. The survey made it possible to determine the boundaries of the largest aquifer in the area, the Saint-Modeste aquifer. Results of a pumping test carried out in the recharge zone showed a high degree of permeability and a potentially high water yield.

Moreover, the installation of a network of observation wells together with in geochemical survey of the groundwater, revealed the direction of the Saint-Modeste aquifer flow and, on a larger scale, that of the regional groundwater flow.

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC
MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES
DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX

HYDROGÉOLOGIE DE RIVIÈRE-DU-LOUP — TROIS-PISTOLES

Rénald McCormack

SERVICE DES EAUX SOUTERRAINES

QUÉBEC
1978

H.G.-10

RESUME

La région de Rivière-du-Loup/Trois-Pistoles a fait l'objet d'une étude hydrogéologique détaillée entre les années 1972 et 1975. Les travaux d'exploration, qui se sont presque exclusivement déroulés sur une bande d'une largeur moyenne de six (6) milles à partir du fleuve et parallèle à celui-ci, ont permis de fournir une aide technique à six (6) municipalités aux prises avec un problème d'approvisionnement en eau.

Certains sondages stratigraphiques ont traversé des épaisseurs considérables de dépôts meubles et quelques-uns d'entre eux recoupent d'importants horizons sablo-graveleux. Nous avons délimité le plus important aquifère de la région, soit celui de Saint-Modeste. Les résultats d'une épreuve de pompage réalisée dans la zone de réalimentation de cet aquifère montrent une très grande perméabilité et la possibilité d'obtenir des débits importants.

De plus, l'aménagement d'un réseau de puits d'observation combiné à une étude géochimique des eaux souterraines ont permis d'obtenir le sens d'écoulement des eaux souterraines dans l'aquifère de Saint-Modeste et plus généralement au niveau régional.

105-04581/

TABLE DES MATIERES

RESUME

INTRODUCTION..... 1

Généralités..... 1
Situation..... 1
Méthode de travail..... 1

PHYSIOGRAPHIE..... 3

Topographie..... 3
Drainage..... 3
Climat..... 3

GEOLOGIE..... 4

Roche en place..... 4
Dépôts non consolidés..... 4

HYDROGEOLOGIE..... 5

Unités perméables non consolidées..... 5
Formations rocheuses..... 6
Epreuves de pompage..... 6

1) Dépôts non consolidés..... 8
2) Formations rocheuses..... 9

Sources..... 10
Piézométrie..... 11

HYDROGEOCHIMIE..... 12

Conductivité..... 12
Puits terminés dans le roc..... 12
Puits terminés dans les sables et graviers..... 16
Echange ionique..... 17
Réduction des sulfates..... 17
Rapport Mg/Ca..... 18

CONCLUSIONS..... 19

REFERENCES..... 20

ANNEXES I - Description des sondages stratigraphiques..... 23

II - Description des puits d'observation..... 36

III - Analyses chimiques..... 39

IV - Tableau de conversion..... 49

ILLUSTRATIONS

TABLEAUX:

I - Epreuves de pompage..... 7

II - Valeurs moyennes de la conductivité.... 13

CARTES:

0 - 24 - Carte isopaque

0 - 25 - Carte hydrogéochimique

INTRODUCTION

Généralités

Cette étude, réalisée grâce au fonds de l'ODEQ (Office de Développement de l'Est du Québec), porte sur l'inventaire des eaux souterraines dans une région de quelque 500 milles carrés de superficie englobant Rivière-du-Loup et Trois-Pistoles.

C'est à la suite d'une demande d'aide de la ville de Rivière-du-Loup qu'une étude hydrogéologique détaillée prit naissance. Nous l'avons par la suite étendue à une région plus vaste comme l'indiquent les deux cartes qui accompagnent ce texte.

Nous avons étudié en détail une formation aquifère importante à proximité de Rivière-du-Loup en plus d'accorder une attention spéciale à cinq (5) autres municipalités de la région aux prises avec des problèmes d'alimentation en eau potable, soit: Saint-Cyprien, Sainte-Françoise, Saint-Clément, Notre-Dame-du-Portage et Saint-Patrice.

Situation

La région concernée se situe entre les longitudes 69° 00' et 69° 39' et les latitudes 47° 45' et 48° 15'. Les feuillets topographiques 21 N/13 (Est), 21 N/14 et 22 C/3 du système national de référence topographique à l'échelle de 1/50,000 couvrent la zone d'étude.

Méthode de travail

Les travaux répartis sur trois (3) ans (1972/75) incluent des levés géophysiques (séismique réfraction), des campagnes de forages stratigraphiques suivies d'épreuves de pompage et d'installations de puits d'observation et enfin des jaugeages de sources. En même temps, nous avons prélevé des échantillons d'eau pour les soumettre à une analyse chimique.

Au terme des travaux de terrain, nous avons préparé les deux (2) cartes qui accompagnent le présent rapport. La carte hydrogéochimique (carte 0-25) regroupe en plus de la géologie des dépôts non consolidés et de la représentation graphique des analyses chimiques, les municipalités dont l'alimentation en eau potable se fait par eau souterraine ainsi que les résultats des épreuves de pompage. Il est à noter que les échantillons identifiés "P.C." indiquent que ces puits sont coulants et que l'appellation "M.T." signifie que l'échantillon d'eau provient de puits terminés dans des dépôts meubles.

L'autre carte (0-26) fait ressortir l'épaisseur des dépôts meubles (courbes isopaques) ainsi que le sens d'écoulement de l'eau souterraine dans l'aquifère de Saint-Modeste et les environs (courbes isopièzes) à l'aide du réseau de puits d'observation et d'autres puits provenant de la banque de données hydrogéologiques du service des Eaux souterraines (Grenier et Dempster, 1975). Nous retrouvons de plus sur cette carte trois (3) coupes transversales dont une de direction sud-ouest - nord-est (coupe AA') et les deux (2) autres de direction nord-ouest - sud-est (coupes BB' et CC'); sur ces coupes les perméabilités relatives des unités hydrostratigraphiques sont identifiées par un jeu de trois (3) couleurs: vert pour les sables et graviers perméables, brun pour les matériaux peu perméables et bleu pour l'argile imperméable.

PHYSIOGRAPHIE

Topographie

Le territoire étudié appartient à la province géologique des Appalaches. De façon générale, l'altitude augmente régulièrement du nord-ouest vers le sud-est en partant du fleuve Saint-Laurent pour atteindre un maximum de 1500 pieds à environ un (1) mille à l'est de la pointe sud du lac de la Grande-Fourche.

Une bande d'environ six (6) milles de largeur entre le fleuve Saint-Laurent et la cote 500 pieds, comprise entre Notre-Dame-du-Portage et L'Isle-Verte, montre une topographie marquée par l'alternance de crêtes rocheuses et de vallées. A partir de L'Isle-Verte jusqu'à Trois-Pistoles, la topographie est un peu moins ondulée et est caractérisée par une série de plateaux plus ou moins larges que la rivière Trois-Pistoles vient recouper.

Drainage

Les cours d'eau qui drainent la région sont parallèles à la direction générale des formations rocheuses. Cependant, les rivières Verte et du Loup viennent les recouper à environ trois (3) milles en amont de leur embouchure respective. La rivière Trois-Pistoles est la seule rivière d'importance de la région dont le cours est entièrement à l'aplomb du grain tectonique. Ses affluents par contre sont contrôlés par la stratigraphie régionale (Vallières, 1975).

Dans le secteur le plus au sud, la ligne de partage des eaux (trait rouge discontinu sur la carte hydrogéochimique) sépare les cours d'eau dont le bassin versant s'écoule vers le fleuve Saint-Laurent de ceux dont le bassin se déverse dans la rivière Saint-Jean au Nouveau-Brunswick.

Climat

Le climat peut être qualifié de continental humide. La précipitation moyenne annuelle, basée sur une période de

20 ans, est d'environ 92 centimètres dont 30 à 34 pour cent tombent sous forme de neige. La température moyenne annuelle est de 3,7°C. Sur une période de 17 ans, on a observé une moyenne annuelle de 226 jours où la température atteint 0°C ou moins.

GEOLOGIE

Roche en place

Les travaux de Vallières (1974, 1975, 1976), géologue et précieux collaborateur à l'emploi du ministère des Richesses naturelles, ont permis de préciser la nature et l'appartenance des formations rocheuses. Celles-ci appartiennent au super groupe de Québec et sont d'âge Cambrien et Ordovicien. Leur direction est sud-ouest - nord-est et leur pendage est prononcé (> 45°).

Les associations rocheuses sont presque toutes sédimentaires détritiques à l'exception de minces et rares lits de calcaire micritique (Vallières, 1976). Les mudstones constituent près de 75 pour cent des unités de la région; le reste regroupe des unités gréseuses et conglomératiques formant des assemblages à granulométrie plus grossière.

La roche de fond n'apparaît sur aucune des cartes parce que, au moment de leur montage, les travaux de Vallières n'étaient pas encore publiés.

Dépôts non consolidés

Les dépôts non consolidés s'étendent sur une bande d'une largeur moyenne de six (6) milles à partir du fleuve passant d'environ neuf (9) milles dans la partie sud-ouest à près de trois (3) milles dans la région de Trois-Pistoles (voir la carte hydrogéochimique). Au-delà de cette distance et à part quelques ilôts bien identifiés (3B, 3C, 9), la roche de fond constitue un affleurement continu parfois recouvert d'une faible couche de till (unité 1, R). La limite entre ces deux (2) grandes divisions est identifiée par un trait noir continu sur la carte hydrogéochimique.

Ces dépôts remplissent des cuvettes situées entre les crêtes rocheuses longitudinales mises en évidence par l'érosion différentielle qui les a dégagées. Les roches tendres et friables comme les mudstones ont, en plus, subi l'action des glaciers qui ont en quelque sorte creusé dans ce matériau permettant ainsi l'accumulation de sédiments d'origine diverse (voir la carte isopaque des dépôts non consolidés ainsi que les coupes transversales).

La stratigraphie classique de la région comprend de la base au sommet, un till de fond mince ou absent sur les crêtes rocheuses (unité 1 sur la carte hydrogéochimique) et devenant plus épais dans les dépressions; une argile marine (unités 5A et 6); et finalement les sables de Hautes Terrasses (unité 7A), caractéristiques d'une régression marine, qui coiffent l'argile marine sur une grande portion de la région.

Les sédiments fluvio-glaciaires modifient cette séquence dans les secteurs de Saint-Eloi et de Saint-Modeste. Dans le premier cas, un immense delta (unité 3A) se forma dans la mer de Goldthwait alors qu'elle couvrait cette région; dans le deuxième cas, la moraine frontale de Saint-Antonin (unité 4B) fut édifiée. Les alluvions proglaciaires (unité 5B) mises en place à partir de cette moraine constituent avec celle-ci l'aquifère de Saint-Modeste. Celui-ci est délimité en surface par le trait vert continu sur la carte piézométrique de l'aquifère de Saint-Modeste.

La tourbe occupe une superficie importante dans la région sous étude. On la retrouve en grande quantité dans des bassins généralement peu profonds et évasés entre les crêtes rocheuses.

HYDROGEOLOGIE

Unités perméables non consolidées

Les unités perméables situées dans la bande côtière entre le fleuve Saint-Laurent et l'unité 1, R constituent en surface 26 pour cent de la superficie de la région. Elles comprennent les sables des Hautes et Basses Terrasses

(unités 7A et 7B sur la carte hydrogéochimique; 15 pour cent), les graviers de la moraine terminale et les alluvions proglaciaires (unités 4B et 5B; 7 pour cent) et enfin les sables deltaïques et les alluvions proglaciaires anciennes (unités 3A et 3B; 4 pour cent).

On retrouve également dans les dépressions, une accumulation variable d'unités granulaires sous-jacentes à l'argile marine. L'étendue la plus importante et la plus continue est l'extension en profondeur de l'aquifère de Saint-Modeste dont la limite correspond au trait vert discontinu sur la carte piézométrique.

De plus, nous avons décelé des épaisseurs relativement importantes de sables et graviers dans les dépressions préglaciaires fortement entaillées, soit 62 pieds dans F-73-69 à l'ouest de L'Isle-Verte, 57 pieds dans F-74-8 au nord-est de Cacouna et 31 pieds dans F-73-14 à l'est de L'Isle-Verte.

Toutes les unités perméables précitées sont identifiées par la couleur verte sur les coupes transversales et constituent des aquifères qualifiés de bons à excellents.

Formations rocheuses

Nous n'avons accordé que très peu d'attention aux unités rocheuses pendant l'étude. Les sondages ont porté presque exclusivement sur la séquence stratigraphique et les propriétés hydrauliques des dépôts meubles. Cependant, trois (3) sondages ont été creusés entièrement dans le roc dans le but de connaître la perméabilité des deux (2) grandes unités hydrostratigraphiques rocheuses, soit les mudstones et les grès.

Epreuves de pompage

Dans le but de déterminer les paramètres hydrauliques des diverses unités hydrostratigraphiques, nous avons réalisé cinq (5) épreuves de pompage dont trois (3) dans les formations rocheuses. A cet effet nous avons mis en place cinq (5) puits d'essai et neuf (9) puits d'observation. Les résultats de ces pompages apparaissent sur la carte hydrogéochimique ainsi que dans le tableau I.

	DEPOTS NON CONSOLIDES (carte hydrogéochimique)		ROCHE EN PLACE (carte hydrogéochimique)		
Endroit	F-72-24 5 milles au sud-ouest de Saint-Modeste	P.C.14 2 milles au nord-ouest de Saint-Modeste	R-1-74 4 milles au sud-est de Rivière-du-Loup	R-3-74 4 milles au sud-ouest de Saint-Arsène	R-13-74 0.75 mille au sud-est de Saint-Paul-de-la-Croix
Débit (gpm)	450	60	3	5	50
Lithologie (pi.)	79 sable et gravier fin à grossier, 1 blocaux, 7 gravier très peu argileux, 3 roc	5 argile, 9 argile graveleuse, 11 gravier, 4 gravier argileux, 1 roc	210 mudstones, 40 grès avec alternance de mudstones	250 mudstones	200 grès (quartzite) avec alternance de mudstones
Epaisseur saturée (pi.)	80	15	245	244	196
Longueur crépinée (pi.)	16	8	nil	nil	nil
Base de la crépine (pi.)	56	25	nil	nil	nil
Temps de pompage (heures)	72	48	9	48	48
Nombre de puits d'observation	2	2	1	2	2
Transmissivité (gpj/pi)	268,000	5,600	100	1100	4000
Perméabilité (gpj/pi^2)	3350	373	4	4 ½	20
Coefficient d'emmagasinement	0.04	0.00022	0.30	0.09	0.0012

TABLEAU I - Epreuves de pompage

1) Dépôts non consolidés

Le puits aménagé dans les dépôts d'alluvions proglaciaires (unité 5B sur la carte hydrogéochimique) et dont les détails apparaissent dans le tableau I, se situe à un peu moins de cinq (5) milles au sud-ouest du village de Saint-Modeste (F-72-24). L'étendue, l'épaisseur, la granulométrie et la très grande perméabilité de cette formation sont autant de paramètres qui offrent la possibilité de soutirer de forts débits (McCormack, rapport H.G.P.7, 1973).

Un second pompage réalisé cette fois dans l'extension de ce même aquifère à deux (2) milles au nord-ouest du village du même nom, montre une perméabilité plus faible qu'à l'emplacement précédent. Cette valeur indique une séquence plus silteuse de l'aquifère de Saint-Modeste. A cet endroit, sur une largeur d'environ un (1) mille, le substratum rocheux forme une cuvette remplie de sédiments meubles incluant des sables et graviers qui permettent une circulation d'eau souterraine en direction de la grande tourbière. D'ailleurs il existe de nombreux puits coulants dans cette tourbière, considérée comme une grande zone de décharge (voir coupe transversale C-C').

Nous avons voulu vérifier les caractéristiques hydrauliques de l'unité sablo-graveleuse sise en profondeur près de L'Isle-Verte (F-73-69 sur la carte isopaque et sur la coupe transversale C-C'), mais nous nous sommes butés à une forte quantité de silt qui n'avait pu être décelée lors des forages stratigraphiques. Le temps de développement devenant trop considérable, nous n'avons pu compléter le pompage. Des conditions artésiennes coulantes résultèrent de ce puits. Le niveau piézométrique était à plus de 15 pieds au-dessus de la surface du sol et le débit se maintenait à environ 5 gpm.

En plus des travaux réalisés dans les dépôts non consolidés, nous avons pris connaissance de recherches effectuées pour le compte de municipalités par diverses entreprises privées. C'est le cas notamment de Cacouna et de Saint-Antonin. Au premier endroit, 31 pieds de sables et graviers sont sous-jacents à 34 pieds d'argile. Un puits aménagé dans ce matériau granulaire a été soumis à un pompage au taux de 210 gpm pendant 72 heures; une perméabilité de 355 gpj/pi^2 a été déterminée. Cette formation, non encore captée, pourrait répondre aisément aux besoins de la municipalité de Cacouna.

A Saint-Antonin, le puits qui alimente la municipalité est terminé dans une formation sablo-graveleuse du complexe morainique du même nom. Cette unité a 47 pieds d'épaisseur et est sous-jacente à 44 pieds d'argile plus ou moins sablonneuse ou graveleuse.

2) Formations rocheuses

Des épreuves de pompage de 48 heures de puits terminés dans les mudstones et les grès, principales unités rocheuses de la région, ont permis d'y déterminer les potentialités aquifères; les résultats apparaissent également dans le tableau I.

Un premier essai a eu lieu à environ quatre (4) milles au sud-est de Rivière-du-Loup dans les mudstones (R-1-74 sur la carte hydrogéochimique). Ce puits d'essai est implanté entre la zone de réalimentation, en l'occurrence l'aquifère de Saint-Modeste, et la zone de décharge qu'est la grande tourbière; on l'a conservé comme puits d'observation. Cette unité, de faible perméabilité (4 gpj/pi^2), freine l'élan de l'eau souterraine provenant des unités 4B et 5B. La quantité d'eau en circulation contribue alors à augmenter le débit de la rivière Verte qui coule au pied de cet éperon rocheux.

Un puits d'observation a également été aménagé dans les mudstones à moins de quatre (4) milles au sud-ouest du village de Saint-Arsène. Un pompage de ce puits révèle une perméabilité identique au premier emplacement.

Ces mudstones peuvent fournir un débit maximum de 5 gpm aux puits qui les recoupent. Ce débit peut être cependant plus élevé lorsque cette unité rocheuse alterne avec des lits de calcaire ou de grès. Ces dernières séquences peuvent avoir une perméabilité de fractures et intergranulaire, ce qui a pour effet d'augmenter les possibilités de circulation de l'eau souterraine. Ces formations répondent de façon satisfaisante aux besoins d'une famille.

Nous avons également effectué une épreuve de pompage de 48 heures dans un puits terminé dans le grès, à 3/4 de mille au sud-est de la municipalité de Saint-Paul-de-la-Croix. Le puits d'essai a été creusé à proximité de l'axe d'un synclinal d'une formation rocheuse constituée de grès quartzo-feldspathique (Vallières, 1975).

Fait intéressant, en plus de l'abondance des fractures de tension, ces grès peuvent être fracturés en surface parallèlement à la stratification sur des largeurs de 10 à 20 cm (Vallières, 1975).

En somme, on peut établir que les possibilités de trouver des débits supérieurs à 25 gpm dans cette unité sont des plus prometteuses. Le débit obtenu pourrait subvenir aux besoins domestiques de la municipalité de Saint-Paul-de-la-Croix.

La municipalité de Saint-Arsène s'alimente à partir d'un puits apparemment terminé dans les mudstones. Nous n'avons pu vérifier la séquence stratigraphique, mais si c'est le cas, le débit disponible de 60 gpm est exceptionnel.

Sources

Au cours de nos travaux, nous avons examiné des sources dont celles qui servent à alimenter les municipalités suivantes: Trois-Pistoles, L'Isle-Verte, Saint-Epiphane, Saint-Modeste et Rivière Trois-Pistoles. Toutes ces sources apparaissent sur la carte hydrogéochimique.

Il est intéressant de noter une série de sources qui font résurgence le long de la cote de 200 pieds au-dessus du niveau de la mer entre L'Isle-Verte et Trois-Pistoles. Cette élévation correspond grossièrement au contact des sables de Hautes Terrasses (unité 7A sur la carte hydrogéochimique) et de la tourbe ou de l'argile (respectivement unités 9 et 6). Le long de cette cote, les débits varient entre 10 et 120 gpm (municipalité de L'Isle-Verte). Dans le cas de la municipalité de Trois-Pistoles, plusieurs sources sont captées sur la rive ouest de la rivière du même nom; elles viennent s'ajouter à celles déjà captées à environ un (1) mille plus au nord pour totaliser près de 400 gpm et ainsi alimenter la population en eau potable.

Plusieurs sources originant de formations rocheuses sont captées notamment dans la région de Notre-Dame-du-Portage. Leur débit est suffisant pour subvenir aux besoins domestiques.

La source la plus importante de toute la région étudiée est à environ 4.5 milles au sud de Saint-Simon de Rimouski,

soit du côté sud du lac Saint-Simon. Son débit moyen est de 250 gpm. Elle fait résurgence à travers les grès rouges qui constituent l'unité rocheuse prédominante à cet endroit.

Piézométrie

Les courbes isopièzes (voir carte piézométrique de l'aquifère de Saint-Modeste) sont tracées à partir de mesures prises dans des puits d'observation et piézomètres munis à leur extrémité inférieure d'une crépine de trois (3) pieds de longueur. Il y a deux (2) exceptions cependant; ce sont les puits d'observation Nos 8 (à un peu plus d'un (1) mille au nord de Rivière-Verte) et 9 (à quatre (4) milles au sud-ouest du village de Saint-Arsène) qui sont entièrement dans le roc (200 pieds). Utilisés lors d'épreuves de pompage, nous les avons inclus dans le réseau piézométrique.

Dans la région sise entre Saint-Antonin et Saint-Modeste, les courbes isopièzes indiquent que le mouvement de l'eau souterraine se fait en direction nord-ouest et contribue à augmenter le débit de la rivière Verte. En aval de Saint-Modeste, l'écoulement majeur se fait dans le même sens que la rivière Verte bien qu'une certaine quantité s'écoule en direction de la grande tourbière au sud de Rivière-du-Loup.

Dans la partie la plus au nord de l'aquifère située à environ trois (3) milles au nord-ouest de Saint-Epiphane et identifiée par un sommet topographique, une partie de l'eau qui s'infiltre dans ces sédiments meubles vient réalimenter la nappe d'eau souterraine déjà en mouvement dans la vallée de la rivière Verte.

A partir d'informations obtenues de la banque de données hydrogéologiques du service des Eaux souterraines et de mesures prises dans les piézomètres aménagés dans les sables et graviers de fond de vallée (puits d'observation Nos 13 et 14) et du puits d'observation dans le roc (No 9), nous avons obtenu les courbes isopièzes présentées sur la carte piézométrique au-delà des limites de l'aquifère de Saint-Modeste.

HYDROGEOCHIMIE

Nous référons le lecteur à la carte hydrogéochimique sur laquelle apparaît toute l'information reliée à la chimie des eaux souterraines de la région. Les résultats d'analyse (voir annexe III) sont représentés par les diagrammes modifiés de Stiff.

Conductivité

L'un des paramètres les plus éloquents du sens d'écoulement des eaux souterraines est la conductivité. Celle-ci est une mesure de la teneur en sels dissous de l'eau souterraine qui, de façon générale, augmente de la zone de réalimentation en direction de la zone d'exutoire. La composition chimique des formations géologiques avec lesquelles l'eau souterraine entre en contact, la perméabilité du milieu, le temps de séjour sont autant de facteurs qui contribuent à la concentration ionique laquelle peut être mesurée par la conductivité.

Pour fins d'explication, nous proposons un examen des zones A, B et C (non identifiées comme telles sur la carte hydrogéochimique). La zone A est tout le secteur cartographié 1,R jusqu'à la limite entre 1,R et les dépôts non consolidés (ligne noire continue sur la carte hydrogéochimique); la zone B est comprise entre cette dernière limite et la séparation entre $Mg/Ca \geq 1$ et $Mg/Ca < 1$ (ligne violette continue); la zone C est située entre cette dernière séparation et le fleuve Saint-Laurent.

Afin de mieux visualiser la distribution de la conductivité sur tout le territoire, nous diviserons les mesures de conductivité en deux (2) grandes catégories: 1) pour les puits terminés dans le roc; 2) pour les puits terminés dans les sables et graviers. Les valeurs moyennes de conductivité apparaissent dans le tableau II. Il est à remarquer que la conductivité provenant de tous les puits montre une augmentation de la zone A vers la zone C.

1) Puits terminés dans le roc

Dans la zone A (conductivité entre 154 micromhos/cm

	DEPOTS MEUBLES (NOMBRE D'ECHANTILLONS)	ROC (NOMBRE D'ECHANTILLONS)
ZONE A	nil	430 micromhos/cm (32)
ZONE B	350 micromhos/cm (10)	530 micromhos/cm (20)
ZONE C	3111 micromhos/cm (6)	1110 micromhos/cm (14)

TABLEAU II - Valeurs moyennes de la conductivité

au nord-est de Sainte-Françoise et 1030 micromhos/cm au nord-ouest du village du même nom), 32 échantillons d'eau indiquent une valeur moyenne de 430 micromhos/cm. La valeur élevée (échantillon No 28 au nord-ouest de Sainte-Françoise) peut être expliquée par la présence de nitrates, indice d'une forte contamination causée par les fertilisants et engrais (90 mg/ℓ NO_3). L'échantillon No 23 à Sainte-Françoise montre également une conductivité au-dessus de la moyenne (1010 micromhos/cm). Cette fois on ne peut l'expliquer par la présence de nitrates (4 mg/ℓ NO_3) mais par des teneurs en calcium et en bicarbonates très élevées rendant l'eau excessivement dure (dureté totale: 450 mg/ℓ $CaCO_3$).

Environ 85 pour cent de ces analyses (27 échantillons) possèdent un caractère bicarbonaté. Cette observation indique une eau récente et faiblement chargée en solides dissous, caractéristique d'une zone de réalimentation. Tout ce secteur cartographié 1,R sur la carte hydrogéochimique peut être considéré comme une grande zone de réalimentation malgré sa faible perméabilité, compte tenu de la topographie ondulée et décroissante du sud-est vers le nord-ouest. La majeure partiede l'eau souterraine ne circule probablement pas longtemps dans ces formations et le temps de séjour avec celles-ci étant diminué, la concentration ionique est par conséquent relativement faible.

Le phénomène de dilution est un autre facteur qui combiné à l'effet topographique peut expliquer les faibles mesures de conductivité. Ce phénomène se manifeste suite à un apport continuel d'eau de précipitation qui contribue à diluer la partie supérieure de ce système aquifère où les puits échantillonnés sont de faible profondeur (moyenne de 127 pieds). Les échantillons provenant des Nos 12 (au nord-ouest de Saint-Hubert) et 14A (au sud-ouest de Saint-Clément) sont de type chloruré calcique, résultat d'une contamination par le sel étendu sur les routes afin d'accélérer la fonte de la glace.

Trois (3) échantillons prélevés dans des puits de profondeur à peu près identique, toujours dans cette même zone, sont de caractère sulfaté calcique (Nos 21, 24 et 37). La présence de ce type d'eau pourrait s'expliquer par l'oxydation de la pyrite qui se trouve localement en plus grande concentration.

Dans la Zone B (conductivité entre 215 micromhos/cm pour le puits de la municipalité de Saint-Arsène et 943 micromhos/cm pour l'échantillon No 57 à l'est de Notre-Dame-du-

Portage) 20 échantilllons ont été prélevés et analysés. Même si une augmentation de la conductivité était à prévoir, elle n'est que de 100 micromhos/cm de plus que dans la zone A (430 micromhos/cm). Nous nous attendions à une conductivité du même ordre de grandeur que la valeur moyenne de conductivité des puits Nos 25, P.C.5, 42, P.C.4, 51, 52, 63, soit 640 micromhos/cm, mais plus on s'approche de l'aquifère de Saint-Modeste moins la conductivité est élevée. Il y a dilution de la part de cet aquifère, ce qui explique l'abaissement de cette valeur moyenne.

La valeur de la conductivité de l'échantillon No 61 présente une anomalie dans la région de l'aquifère et nous pouvons difficilement émettre une explication valable quant à la valeur de 713 micromhos/cm.

Comme dans la zone A, 85 pour cent des échantillons d'eau ont un caractère bicarbonaté. On peut noter cependant une augmentation importante de Na^{+1} au détriment de Ca^{+2}. Il est à remarquer que dans la zone B, les dépôts non consolidés occupent une grande superficie et que parmi ces dépôts se trouvent les argiles marines composées d'illite (65 à 85 pour cent) et de chlorite (15 à 35 pour cent; Dionne, 1972). Un échange ionique impliquant les cations majeurs Ca^{+2}, Mg^{+2} et Na^{+1} peut donc se produire entre l'eau souterraine et les minéraux des argiles. Nous retenons cette hypothèse pour expliquer l'augmentation soudaine de Na^{+1} dans l'eau souterraine combinée à une diminution de Ca^{+2}. Nous abordons le phénomène d'échange ionique un peu plus loin dans le texte.

Deux (2) échantilllons (No 48 au nord-est de Saint-Arsène et No 60 à l'est - nord-est de Saint-Antonin) ont un caractère sulfaté. Comme dans la zone A, ceci serait dû à la présence de pyrite en plus grande quantité. De plus l'échantillon No 60 a été prélevé dans le roc qui, à cet endroit, est recouvert par les sables et graviers de l'aquifère de Saint-Modeste, ce qui pourrait justifier une faible valeur de la conductivité.

Un dernier échantillon dans cette zone (No 62 au nord de Saint-Modeste) est de type chloruré calcique et nous croyons encore que c'est le résultat d'une contamination par le sel étendu sur la route.

La zone C présente une valeur moyenne de la conductivité deux (2) fois plus élevée que la zone précédente,

soit 1110 micromhos/cm variant entre 189 micromhos/cm (No 46 à l'ouest de L'Isle-Verte) à 3960 micromhos/cm (No 32 au sud-ouest de Trois-Pistoles). De plus, l'ion Na^{+1} est prédominant dans 80 pour cent des échantillons (11 sur 14) poursuivant ainsi l'échange ionique amorcé dans la zone B. L'ion Ca^{+2} est majoritaire dans les échantillons Nos 46 @ 54 (à Cacouna). Dans le premier cas, le puits, de profondeur inconnue, est situé sur un haut topographique et comme dans la zone A, il renferme une eau récente compte tenu de la faible valeur de la conductivité. Dans le deuxième cas, l'épandage de sel sur la route serait la cause de la contamination de l'eau.

Il existe plusieurs puits coulants dans cette zone, plus particulièrement entre L'Isle-Verte et Cacouna. L'existence de ces puits est caractéristique d'une zone de décharge que nous pourrions qualifier ici de régionale. Il est difficile d'émettre une hypothèse valable quant aux faibles valeurs de P.C.7 (810 micromhos/cm) et P.C.8 (396 micromhos/cm) dans un milieu à conductivité élevée.

2) Puits terminés dans les sables et graviers

Dans la zone A, on ne retrouve aucun puits terminé dans les unités de sables et graviers. La roche de fond dans les zones B et C est recouverte de dépôts meubles dans une proportion de près de 80 pour cent renfermant des formations sablo-graveleuses incluant l'aquifère de Saint-Modeste (unités 4B et 5B sur la carte hydrogéochimique). Dans la zone B, dix (10) échantillons d'eau provenant de ces sables et graviers ont été analysés et présentent une valeur moyenne de 350 micromhos/cm variant entre 164 (No 67) et 800 micromhos/cm (No 71). Six (6) d'entre eux présentent un caractère bicarbonaté calcique (Nos 59, P.C.10, 67, 66 et 65) tandis qu'il y en a quatre (4) qui offrent un caractère bicarbonaté sodique (Nos P.C.2, P.C.14, 71 et 70). Le dernier échantillon (No 64 à l'est de L'Isle-Verte) provient d'un puits terminé dans les sables et graviers profonds et nous associons son caractère sulfaté calcique à une concentration locale de pyrite. D'ailleurs les échantillons de matériau obtenus lors du forage viennent confirmer cette hypothèse. A part celui-ci, les puits sont tous reliés à l'aquifère de Saint-Modeste et les échantillons où Ca^{+2} est prédominant proviennent de la partie amont de l'aquifère considérée comme zone de réalimentation.

Dans la zone C, les valeurs oscillent entre 460 (P.C.1) et 8265 (P.C.13) micromhos/cm avec une valeur moyenne

de 3111 micromhos/cm. Il y a trois (3) puits qui appartiennent à l'aquifère de Saint-Modeste et présentent un caractère bicarbonaté sodique (Nos 72, P.C.1, P.C.12). Ces puits sont situés dans la grande tourbière au sud de Rivière-du-Loup et sont éloignés de la zone de réalimentation. Ils présentent les mêmes caractéristiques chimiques que les échantillons Nos P.C.14 et 71 de la zone B.

Echange ionique

Lorsqu'il pleut, une certaine quantité d'eau plus riche en Ca^{+2} qu'en Na^{+1} peut pénétrer à travers des épaisseurs variables d'argile plus ou moins sablonneuse. Ces aquifères qualifiés de passables contribuent à un échange d'ions entre les minéraux des argiles et l'eau souterraine enrichissant cette dernière en Na^{+1} au détriment de Ca^{+2}. Cette eau peut percoler jusqu'aux formations plus perméables, se mélanger à celle qui s'y trouve déjà et y modifier sa composition chimique.

L'augmentation du cation Na^{+1} au détriment du cation Ca^{+2} dans l'eau souterraine apparaît clairement sur les représentations graphiques et coïncide avec la présence d'argile.

Réduction des sulfates

En plus de la mise en solution (traduite par la conductivité) et de l'échange ionique, la réduction des sulfates est un autre phénomène qui modifie la géochimie de l'eau souterraine. Il se produit suite à la présence d'un microorganisme anaérobique bien spécifique, *Sporovibrio desulfuricans* et ses variétés, présent dans la matière organique. La réduction est accompagnée de l'oxydation des composés organiques, de la production de CO_2 qui engendre du HCO_3 et du H_2S (Charron, 1969).

Dans le cas présent, les échantillons des puits Nos P.C.1, P.C.2, P.C.12, 72, 55, 56 et 57 ont des teneurs en sulfates qui sont relativement très faibles. Ce sont des échantillons provenant de formations situées sous la grande tourbière de Rivière-du-Loup ou en aval de celle-ci. Etant donné que l'eau doit être en contact avec la matière organique pour que se produise le phénomène, nous en concluons donc qu'il y a infiltration de l'eau de précipitation à travers cette matière organique (en l'occurrence la tourbe) pour finalement

atteindre l'aquifère. Cette observation est valable également pour les puits Nos 47, P.C.7, P.C.8 localisés à proximité de tourbières au sud-ouest et au nord-est de Saint-Arsène.

Rapport Mg/Ca

Nous avons tenu à tracer cette limite (les lignes violettes continues sur la carte hydrogéochimique) pour illustrer l'effet de l'aquifère de Saint-Modeste et des sables de Hautes Terrasses et deltaïques de la région de Saint-Eloi sur la composition chimique de l'eau souterraine en aval de ces zones de réalimentation. Une analyse chimique faite sur les argiles de la région indique une teneur en dolomite plus élevée qu'en calcite, variant de 2 à 5.7 pour cent pour la première catégorie à 0.7 à 2.9 pour cent pour la seconde (Dionne, 1972). D'ailleurs la composition minéralogique montre la présence de chlorite et d'illite, les deux (2) principaux minéraux constituant les argiles de la région et qui sont les fournisseurs des ions Mg^{+2}.

La limite la plus importante est celle qui traverse la région du sud-ouest au nord-est. Elle prend une forme sinusoïdale et ses positions les plus rapprochées du fleuve correspondent à un apport riche en Ca^{+2} provenant de l'aquifère de Saint-Modeste d'une part et les grandes étendues de sables de Hautes Terrasses et de sables deltaïques d'autre part. La quantité considérable d'eau (plus riche en Ca^{+2} qu'en Mg^{+2}) qui s'infiltre dans ces dépôts granulaires a pour effet de retarder la mise en solution des ions Mg^{+2} des argiles dans l'eau souterraine. Ceci se traduit par un recul de la limite vers le fleuve.

Les deux (2) autres limites sont tracées à partir des puits Nos 46 à l'ouest de L'Isle-Verte et 55 à Cacouna et pour lesquels le rapport $Mg/Ca < 1$.

CONCLUSIONS

Les données de base acquises au cours de ces travaux de même que leur interprétation peuvent être un outil de travail dans l'aménagement du territoire et la protection de l'environnement, spécialement dans le choix des aires d'enfouissement sanitaire et de l'alimentation en eau potable des municipalités.

L'étude a permis d'établir des valeurs de perméabilité de certaines unités hydrostratigraphiques et de connaître de façon plus précise les conditions hydrogéologiques qui prévalent dans l'aquifère de Saint-Modeste, de loin le plus important en étendue et qui peut fournir des débits considérables (1000 à 1500 gpm dans F-72-24).

Les sondages révèlent l'existence de vallées très encaissées en bordure du fleuve, au fond desquelles des épaisseurs variables de formations granulaires laissent circuler une eau minéralisée soumise à des conditions artésiennes. De plus, par le biais de travaux appropriés (analyses chimiques de l'eau souterraine, réseau de piézomètres), il nous a été possible de déterminer le sens d'écoulement de l'eau souterraine à l'échelle régionale.

La région de Rivière-du-Loup servant de lien entre le Québec et les Maritimes, il importera de considérer la présence de l'aquifère de Saint-Modeste dans tout projet de développement d'ordre résidentiel, commercial ou industriel. L'accessibilité, la quantité et la qualité chimique de l'eau souterraine sont autant de facteurs qui militent en faveur de l'exploitation de cet aquifère.

Nous soumettons l'idée que l'eau minérale décelée entre Cacouna et Trois-Pistoles puisse être embouteillée et vendue sur une base commerciale.

REFERENCES

Charron, J.E.	(1969)	Hydrochemical Interpretation of Groundwater Movement in the Red River Valley, Manitoba; Scientific Series No. 2; Department of Energy, Mines & Resources, Ottawa, Canada; 31 p.
Dionne, J.C.	(1972)	Le quaternaire de la région de Rivière-du-Loup/Trois-Pistoles, côte sud de l'estuaire maritime du Saint-Laurent; Centre de Recherches forestières des Laurentides; rapport d'information Q-F-X-27, service des Forêts, Environnement Canada; 95 p.
Grenier, C.	(1970)	Notes sur une visite à Notre-Dame-du-Portage, comté de Rivière-du-Loup, rapport no 734-A; service de l'Hydrogéologie; ministère des Richesses naturelles; Québec; 5 p. (non publié).
Grenier, C. et Dempster, E.	(1975)	Annuaire de puits et forages, M.R.N., Québec, H.G.P.-10, 3 tomes.
Hem, J.D.	(1959)	Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water; U.S.G.S. Water Supply 1473.
Kruseman, G.P. et De Ridder, N.A.	(1970)	Analysis and Evaluation of Pumping Test Data; International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands, 1970, 200 p.
Lee, H.A.	(1962)	Géologie de la région de Rivière-du-Loup/Trois-Pistoles (dépôts meubles); Commission Géologique du Canada; étude no 61-32, 2 p., 1 carte.
Marot, A.	(1968)	Levé hydrogéologique à Saint-Arsène, comté de Rivière-du-Loup; service de l'Hydrogéologie; ministère des Richesses naturelles; Québec; 5 p., 1 carte (non publié).
McCormack, R.	(1973)	Levé hydrogéologique à Rivière-du-Loup; rapport H.G.P.-7; service des Eaux souterraines; ministère des Richesses naturelles; Québec; 40 p.

McCormack, R. (1973) Levé hydrogéologique à Sainte-Françoise, comté municipal de Rivière-du-Loup; rapport no 836; service des Eaux souterraines; ministère des Richesses naturelles; Québec (non publié).

McCormack, R. (1973) Levé hydrogéologique à Saint-Cyprien, comté municipal de Rivière-du-Loup; rapport no 838; service des Eaux souterraines; ministère des Richesses naturelles; Québec (non publié).

McCormack, R. (1974) Levé hydrogéologique à Saint-Clément, comté municipal de Rivière-du-Loup; rapport no 871; service des Eaux souterraines; ministère des Richesses naturelles; Québec (non publié).

McCormack, R. (1975) Levé hydrogéologique à Saint-Patrice, comté municipal de Rivière-du-Loup; rapport no 879; service des Eaux souterraines, ministère des Richesses naturelles; Québec (non publié).

McCormack, R. (1975) Levé hydrogéologique à Notre-Dame-du-Portage, comté municipal de Rivière-du-Loup; rapport no 892, service des Eaux souterraines; ministère des Richesses naturelles; Québec (non publié).

René, C. (1966) Levé hydrogéologique à Saint-Georges de Cacouna, comté de Rivière-du-Loup; rapport no 674; service des Eaux, Gaz et Pétrole; ministère des Richesses naturelles; Québec (non publié).

Roy, R. (1959) Relevé hydrologique à Saint-Jean-de-Dieu, district électoral de Rivière-du-Loup; rapport no 393; Service des Eaux, Gaz et Pétrole; ministère des Richesses naturelles; Québec (non publié).

Roy, R. (1961) Levé hydrogéologique à Saint-Hubert, district électoral de Rivière-du-Loup; rapport no 479; service des Eaux, Gaz et Pétrole; ministère des Richesses naturelles; Québec (non publié).

Roy, R. (1962) Levé hydrogéologique à Saint-Clément, comté de Rivière-du-Loup; rapport no 518; service des Eaux, Gaz et Pétrole; ministère des Richesses naturelles; Québec (non publié).

Stiff, H.A.Jr.	(1951)	The interpretation of chemical water analysis by means of patterns; Journ. Petroleum Tech., sec. 1, pp 15-16.
Tremblay, J.J.	(1963)	Levé hydrogéologique à Saint-Modeste, comté de Rivière-du-Loup; rapport no 572; service des Eaux, Gaz et Pétrole; ministère des Richesses naturelles; Québec (non publié).
Tremblay, J.J.	(1964)	Levé hydrogéologique à L'Isle-Verte, comté de Rivière-du-Loup; rapport no 620; service des Eaux, Gaz et Pétrole; ministère des Richesses naturelles; Québec (non publié).
Vallières, A.	(1974)	Région de Saint-Modeste, quart nord-est, comté de Rivière-du-Loup; rapport géol. intérim, DP-279; ministère des Richesses naturelles; Québec.
Vallières, A.	(1975)	Région de L'Isle-Verte à la rivière Trois-Pistoles, comté de Rivière-du-Loup; rapport géol. intérim, DP-334; ministère des Richesses naturelles; Québec.
Vallières, A.	(1976)	Région de Saint-Modeste, quart nord-ouest, comté de Rivière-du-Loup; rapport géol. intérim. DP-363; ministère des Richesses naturelles; Québec.

ANNEXE I

DESCRIPTION DES SONDAGES STRATIGRAPHIQUES

Les sondages F-73-37 @ F-73-49 sont inexistants.

	NO SONDAGE	CARTE TOPO-GRAPHIQUE	LOCALISATION X	LOCALISATION Y	ALTITUDE p/r NMM (pi.)	LITHOLOGIE
	F-73-1 (081903201)	22 C/3	485,05	5327,80	275 (approx.)	1 terre, 15 gravier moyen, 172 argile graveleuse, 8 roc
*	F-73-2 (081903301)	22 C/3	486,10	5326,80	367.9	43 sable et gravier, 47 argile, lits de sable et gravier, 125 argile peu graveleuse, 2 roc
	F-73-3 (081903401)	22 C/3	486,70	5326,40	355	2 terre, 7 gravier, 21 argile avec lits de gravier, 178 argile grise un peu graveleuse, 1 roc
	F-73-4 (081903501)	22 C/3	487,10	5325,80	400	30 argile un peu graveleuse, 1 blocaux, 67 argile un peu graveleuse, 12 roc
	F-73-5 (081903601)	22 C/3	482,40	5325,75	140	5 gravier, 2 blocaux, 100 argile un peu graveleuse, 3 roc
	F-73-6 (081903701)	22 C/3	483,25	5325,20	200	9 sable et gravier, 36 argile un peu graveleuse, 2 roc
	F-73-7 (081903801)	22 C/3	484,25	5324,05	385	8 sable et gravier, 23 gravier avec lits d'argile, 99 argile un peu graveleuse, 22 roc
	F-73-8 (081903901)	22 C/3	484,80	5323,35	510	15 sable et gravier, 7 argile silteuse brune un peu graveleuse, 53 argile grise un peu graveleuse, 3 roc.

	F-73-9 (082201801)	22 C/3	480,05	5323,60	125	5 sable et gravier, 1 blocaux, 26 gravier avec un peu d'argile, 22 argile avec quelques lits de gravier, 6 argile un peu graveleuse, 10 roc
	F-73-10 (082201901)	22 C/3	481,80	5321,90	275	44 gravier moyen à grossier (très importante perte de circulation), 36 argile un peu graveleuse, 5 roc (importante perte de circulation)
	F-73-11 (082202001)	22 C/3	480,95	5322,60	210	3 argile, 43 argile un peu graveleuse, 5 gravier, 4 argile, 24 gravier, très peu d'argile (importante perte de circulation), 2 roc
	F-73-12 (082202101)	22 C/3	485,80	5322,35	530	20 sable et gravier, 1 blocaux, 10 gravier avec silt (perte de circulation), 86 argile silteuse un peu graveleuse, 2 roc
	F-73-13 (082202201)	22 C/3	483,00	5320,80	390	19 gravier et petits blocaux, 92 argile un peu graveleuse, 4 gravier (petite perte de circulation), 2 roc
*	F-73-14 (082404901)	22 C/3	479,20	5219,40	210.2	12 gravier, 1 blocaux, 72 argile un peu graveleuse, 25 argile avec lits de gravier, 24 gravier, 7 gravier avec un peu d'argile, 1 roc
	F-73-15 (082405001)	22 C/3	477,60	5320,85	110	1 remplissage, 3 terre noire, 1 blocaux, 15 gravier, roc non atteint, repris plus tard en F-74-3

	NO SONDAGE	CARTE TOPO-GRAPHIQUE	LOCALISATION X	LOCALISATION Y	ALTITUDE p/r NMM (pi.)	LITHOLOGIE
	F-73-16 (082405101)	22 C/3	476,10	5317,10	130	10 gravier, 143 argile un peu graveleuse, 6 roc
	F-73-17 (083204501)	21 N/13	459,80	5299,40	25	18 argile avec lits de sable, 10 blocaux et un peu de gravier, 2 roc
	F-73-18 (083204601)	21 N/13	459,10	5300,20	25	1 remplissage, 200 argile un peu graveleuse, 2 roc
	F-73-19 (083204701)	21 N/13	458,95	5300,80	40	37 argile un peu graveleuse, 3 roc
	F-73-20 (083204801)	21 N/13	456,30	5294,65	25	5 argile un peu graveleuse, 1 blocaux, 6 blocaux avec un peu d'argile, 11 argile un peu graveleuse, 7 roc
	F-73-21 (081600901)	21 N/14	468,95	5295,60	470	9 gravier silteux, 90 argile un peu graveleuse avec lits de sable, 1 blocaux, 54 argile un peu graveleuse, 6 petits blocaux avec argile, 4 argile un peu graveleuse, 1 roc
	F-73-22 (081601001)	21 N/14	468,30	5296,30	410	130 argile un peu graveleuse, plus silteuse vers le fond, 5 roc
*	F-73-23 (081601101)	21 N/14	469,95	5297,50	525	80 sable et gravier avec un peu de silt, 60 argile un peu graveleuse, 1 roc

*	F-73-24 (082806501)	21 N/14	467,80	5302,40	336	2 argile un peu graveleuse, 27 argile, 30 gravier, 1 roc
	F-73-25 (081400901)	21 N/14	472,30	5302,40	320	30 argile avec lits de sable et gravier, 30 argile un peu graveleuse, 2 roc
	F-73-26 (081401001)	21 N/14	471,4	5302,70	290	11 gravier, 63 argile un peu graveleuse, 5 blocaux et gravier avec un peu d'argile silteuse, 1 roc
	F-73-27 (082806601)	21 N/14	467,80	5299,40	325	1 terre brune, 11 sable et gravier, 26 argile un peu graveleuse, 20 gravier, un peu d'argile silteuse (très importante perte de circulation), 2 roc
	F-73-28 (082806701)	21 N/14	466,80	5300,30	325	80 argile un peu graveleuse, 3 gravier, 1 roc
	F-73-29 (082806801)	21 N/14	466,30	5300,60	340	76 argile un peu graveleuse, 1 gravier, 1 roc (très importante perte de circulation)
	F-73-30 (081601201)	21 N/14	468,40	5298,70	340	7 gravier, 43 argile un peu graveleuse, 1 blocaux, 17 argile un peu graveleuse et petits blocaux. 10 argile avec lits de gravier, 2 roc (importante perte de circulation)
	F-73-31 (082904301)	21 N/14	463,50	5306,00	125	4 blocaux avec argile, 16 roc
	F-73-32 (082904401)	21 N/14	462,75	5306,70	140	1 remplissage, 2 terre noire, 30 argile un peu graveleuse, 7 roc

	NO SONDAGE	CARTE TOPOGRAPHIQUE	LOCALISATION X	LOCALISATION Y		LITHOLOGIE
	F-73-33 (081401101)	21 N/14	474,60	5301,90	550	25 sable et gravier, 51 argile silteuse et graveleuse, 2 roc
	F-73-34 (081401201)	21 N/14	475,20	5304,30	450	2 terre brune, 56 argile un peu graveleuse, 12 gravier (importante perte de circulation), 1 roc
	F-73-35 (081401301)	21 N/14	472,90	5305,90	265	31 argile un peu graveleuse, 3 blocaux et gravier (importante perte de circulation), 1 roc
*	F-73-36 (082806901)	21 N/14	470,90	5318,60	265	5 gravier, 28 argile un peu graveleuse, 12 petits blocaux avec gravier (très importante perte de circulation), 3 roc
	F-73-50 (082404201)	22 C/3	474,90	5318,60	20	3 terre brune, 27 argile, 5 sable très fin (perte de circulation), 35 argile, 16 argile silteuse, 44 till, 5 gravier grossier (perte de circulation), 5 gravier grossier avec lits d'argile, 15 roc
	F-73-51 (082404301)	21 N/14	478,40	5314,80	310	15 gravier moyen et sable très grossier, 25 gravier petit à grossier avec lits d'argile, 15 argile un peu graveleuse, 56 argile, 9 roc

F-73-52 (082404301)	21 N/14	471,90	5315,70	60	15 sable grossier argileux, 15 argile un peu graveleuse, 33 argile sablonneuse, 12 roc
F-73-53 (082405301)	22 C/3	471,05	5316,50	25	65 argile, 25 argile silteuse, 20 argile un peu graveleuse, 70 argile, 28 argile silteuse, 99 argile, 21 argile graveleuse, roc non atteint
F-73-54 (082404401)	21 N/14	472,65	5315,20	110	5 sable très grossier, 5 argile, 110 argile un peu graveleuse, 15 argile avec sable très fin (silt), 10 roc
F-73-55 (082404501)	21 N/14	473,90	5313,90	175	5 sable grossier, 5 petit gravier argileux, coquilles, 20 argile très sablonneuse, coquilles, 75 argile, 80 argile un peu graveleuse, 2 petit gravier avec argile, 10 roc
F-73-56 (082404601)	21 N/14	475,30	5312,30	325	10 sable très grossier argileux, coquilles, 5 argile graveleuse, 20 roc
F-73-57 (082404701)	21 N/14	476,01	5311,80	225	10 sable grossier argileux, 37 argile silteuse, 4 roc
F-73-58 (082404801)	21 N/14	476,80	5311,40	270	5 sable moyen, 10 petit gravier, 5 petit gravier argileux, 10 argile un peu graveleuse, 111 argile, 10 roc
F-73-59 (081401401)	21 N/14	478,70	5309,40	475	20 argile, 25 argile un peu graveleuse, 4 argile avec sable gravier, 11 roc

NO SONDAGE	CARTE TOPO-GRAPHIQUE	LOCALISATION X	LOCALISATION Y	ALTITUDE p/r NMM (pi.)	LITHOLOGIE
F-73-60 (081401501)	21 N/14	475,50	5307,60	330	10 argile, 40 argile un peu graveleuse, 11 argile, 4 gravier moyen, 5 sable grossier, 10 roc
F-73-61 (081401601)	21 N/14	474,60	5308,45	280	5 sable moyen argileux, 15 argile très sablonneuse, coquilles, 80 argile un peu graveleuse, 9 petit gravier, 10 roc
F-73-62 (082807001)	21 N/14	474,10	5309.00	280	10 argile, 33 argile sablonneuse et silteuse, 10 roc
F-73-63 (082807101)	21 N/14	471,35	5312,30	175	5 gravier moyen, 15 roc
F-73-64 (082904601)	21 N/14	469,00	5314,15	50	5 sable fin très argileux, coquilles, 5 argile sablonneuse, 30 argile graveleuse, 80 argile, 80 argile silteuse, 20 argile un peu graveleuse, 70 argile, 20 argile un peu graveleuse, 7 gravier argileux, 10 roc
F-73-65 (082904701)	21 N/14	469,60	5313,50	45	15 sable très fin argileux, 10 argile un peu graveleuse, coquilles, 5 argile, coquilles, 110 argile, 55 argile sablonneuse et un peu graveleuse, coquilles, 20 argile sablonneuse, 15 argile sablonneuse, 15 argile un peu graveleuse, 30 argile très sablonneuse, 8 argile un peu graveleuse, 7 roc

	F-73-66 (082904801)	21 N/14	465,35	5310,50	60	50 argile un peu graveleuse, coquilles, 30 argile sablonneuse, gravier, 84 argile graveleuse, 6 roc
	F-73-67 (082904901)	21 N/14	465,00	5311,20	20	80 argile, 30 argile un peu graveleuse, 45 argile, 100 argile silteuse, 5 gravier avec lits d'argile, 7 roc
	F-73-68 (082905001)	21 N/14	466,10	5309,90	140	5 petit gravier, 15 till, 35 sable très grossier, 23 till, 10 roc
	F-73-69 (082406601)	22 C/3	471,50	5316,20	25	90 argile, 40 argile un peu graveleuse, 145 argile, 30 petit gravier, sable grossier, 32 gravier avec lits d'argile, 7 roc
	F-73-70 (082807201)	21 N/14	468,20	5308,00	240	10 sable grossier, 3 gravier moyen, 10 roc
*	F-73-71 (082807301)	21 N/14	470,70	5303,70	300	25 argile graveleuse, 30 argile silteuse, 33 sable très fin, 1 blocaux, 7 gravier, beaucoup de petits blocaux, 10 roc
	F-73-72 (082807401)	21 N/14	470,90	5305,00	400	5 sable fin, 5 sable grossier, 5 sable grossier argileux, 20 petit gravier avec lits d'argile, 21 gros gravier avec lits d'argile, 9 roc
	F-73-73 (083204901)	21 N/13	461,90	5296,60	300	35 argile graveleuse, 9 gravier argileux, 11 roc (petite perte de circulation)

NO SONDAGE	CARTE TOPO-GRAPHIQUE	LOCALISATION X	LOCALISATION Y	ALTITUDE p/r NMM (pi.)	LITHOLOGIE
F-73-74 (083204301)	21 N/14	463,10	5295,70	320	5 gravier avec lit d'argile, 5 argile graveleuse, 25 argile, 5 argile graveleuse, 5 gravier argileux, 15 roc
* F-73-75 (083204301)	21 N/14	463,40	5294,80	325	2 tourbe, 63 argile, 11 gravier silteux, 5 sable et gravier argileux, 5 argile
F-73-76 (081805801)	21 N/14	464,75	5294,00	350	15 tourbe, 13 argile, 12 argile un peu graveleuse, 10 gravier grossier, 15 roc
F-73-77 (081601301)	21 N/14	469,60	5295,10	535	35 sable très grossier à gravier grossier (perte de circulation), 42 argile graveleuse, 18 sable moyen à gravier moyen et blocaux, 5 till, 2 roc
F-74-1 (081808901)	21 N/14	466,60	5292,70	425	15 sable et gravier, 5 sable et gravier argileux, 27 argile, 12 gravier argileux, 6 roc
F-74-2 (082406301)	22 C/3	475,20	5318,10	75	45 argile graveleuse un peu de blocaux, 20 roc
F-74-3 (082406401)	22 C/3	476,50	5319,20	110	7 tourbe, 3 argile avec sable et gravier, 25 argile, 10 argile et gravier moyen, 5 gravier moyen, 5 roc
F-74-4 (082406501)	22 C/3	477,60	5321,00	110	5 remplissage, 17 argile, 13 roc

	F-74-5 (081904601)	22 C/3	490,20	5323,50	710	10 roc
	F-74-6 (080605001)	22 C/3	491,80	5321,40	560	1 gravier, 9 roc
	F-74-7 (082907301)	21 N/14	467,80	5310,55	150	15 tourbe, 5 tourbe et gravier, 5 argile, 10 roc
*	F-74-8 (082907401)	21 N/14	467,20	5308,80	175	5 argile sablonneuse, 70 argile graveleuse, 15 gravier moyen argileux, 57 sable grossier à petit gravier, 8 roc
*	F-74-9 (082808301)	21 N/14	471,15	5307,30	500	20 gravier grossier (perte de circulation), 40 sable fin à grossier et petit gravier, 9 roc
	F-74-10 (081602201)	21 N/14	468,20	5293,50	550	10 argile brune graveleuse, 15 sable grossier et gravier, 5 blocaux, 35 gravier grossier et blocaux (perte de circulation)
*	R-1-73 (080902601)	21 N/14	478,70	5301,15	900	6 till, 114 roc
*	R-1-74 (081602301)	21 N/14	466,10	5294,60	421	9 till, 171 mudstone gris avec quelques passées calcareuses et veinules de calcite, un peu de pyrite, 30 mudstone gris avec passées gréseuses, un peu de pyrite, 40 grès gris avec passées de mudstone, un peu de pyrite et de veinules de calcite
	R-2-74 (081602311)	21 N/14	466,00	5294,50	434,23	5 till, 256 mudstone gris avec passées gréseuses et calcareuses, un peu de pyrite

	NO SONDAGE	CARTE TOPO-GRAPHIQUE	LOCALISATION X	LOCALISATION Y	ALTITUDE p/r NMM (pi.)	LITHOLOGIE
*	R-3-74 (082808501)	21 N/14	465,10	5300,90	436.69	8 gravier, 243 mudstone
	R-4-74 (082808511)	21 N/14	465,10	5300,90	440	8 gravier, 242 mudstone
	R-5-74 (082808521)	21 N/14	465,05	5300,95	430	8 gravier, 243 mudstone
	R-6-74 (080806301)	21 N/14	493,15	5308,65	810	10 till, 8 roc trituré, 182 mudstone gris avec rares passées calcareuses, un peu calcite et pyrite
	R-7-74 (080806311)	21 N/14	493,15	5308,65	810	8 till, 6 roc trituré, 182 mudstone gris avec passées calcareuses un peu de calcite et de pyrite
	R-8-74 (080806321)	21 N/14	493,15	5308,65	810	7 till, 4 roc trituré, 191 mudstone gris avec passées calcareuses, un peu de calcite et pyrite
	R-9-74 (080806401)	21 N/14	493,65	5309,60	550	36 dépôts meubles, 93 roc
	R-10-74 (080806501)	21 N/14	493,68	5309,38	580	4 till, 196 roc
	R-11-74 (081202811)	21 N/14	486,30	5310,15	825	8 till, 195 grès gris (quartzite) avec alternance de mudstone gris
	R-12-74 (081202821)	21 N/14	486,25	5310,10	820	4 till, 199 roc
	R-13-74 (081202801)	21 N/14	486,25	5310,15	830	4 till, 199 roc

NOTE:

1 - Tous les sondages commençant par F-72 sont décrits dans le rapport H.G.P.7 sur la carte isopaque.

2 - Tous les sondages commençant par F-73 et F-74 se trouvent sur la carte isopaque.

3 - De tous les sondages commençant par la lettre R, seuls les sondages R-1-74, R-3-74 et R-13-74 (utilisés pour des épreuves de pompage) apparaissent sur la carte hydrogéochimique.

* Sondages transformés en puits d'observation

ANNEXE II

DESCRIPTION DES PUITS D'OBSERVATION

NO PUITS	NO SONDAGE	DIAMETRE (po.)	CREPINE (pi.)	ENTRE (pi.)	FORMATION AQUIFERE
1 *	F-73-2	4	27	30	Sable et gravier
2 *	F-73-14	4	121	124	Gravier
3	F-73-71	4	103	106	Roc
4	F-73-23	4	47	50	Sable et gravier
5	F-72-24	4	47	50	Gravier sablonneux
6	F-74-9	4	54	57	Sable et gravier
7	au nord-ouest de F-73-27	4	12	15	Gravier
8	R-1-74	6			Roc
9	R-3-74	6			Roc
10 *	R-13-74	6			Roc
11 *	R-1-73	6			Roc
12	F-73-77	5	23	31	Sable et gravier
13	F-74-8	4	126	129	Sable et gravier
14	F-73-36	4	37	40	Gravier
15	F-73-24	4	43	46	Gravier
16	F-73-75	4	77	80	Sable et gravier

* Ne sont pas identifiés comme puits d'observation sur la carte isopaque, mais sont entrés dans la banque de données hydrogéologiques.

ANNEXE III

ANALYSES CHIMIQUES

Les échantillons se distribuent de la façon suivante:

Carte topographique *21 N/14*

échantillons nos
1 A @ 19
36 @ 40
42 @ 53
59 @ 63
65 @ 72
P.C.2 @ P.C.4
P.C.6 @ P.C.11
P.C. 13 @ Municipalité Saint-Clément

Carte topographique *22 C/3*

échantillons nos
21 @ 35
à
64
P.C.5

Carte topographique *21 N/13*

échantillons nos
54 @ 58
P.C.1
P.C.12

NO D'ECHANTILLON (ZONE)	COORDONNEES U.T.M.	PROFONDEUR (pieds)	SILICE (mg/l)	CALCIUM (mg/l)	MAGNESIUM (mg/l)	SODIUM + POTASSIUM (mg/l)	BICARBONATES (mg/l)	SULFATES (mg/l)	CHLORURES (mg/l)	NITRATES (mg/l)	FER (mg/l)	MANGANESE (mg/l)	DURETE TOTALE (mg/l $CaCO_3$)	ALCALINITE (mg/l $CaCO_3$)	SOLIDES DISSOUS (mg/l)	r Mg/r Ca	r Na/r Mg	r SO_4/r Cl	r Cl - r Na/r Cl (Na+K)	CONDUCTIVITE (µmhos/cm)
1 A (A)	X: 483.05 Y: 5290.40	80 R	10.0	104.0	6.0	22.0	219	30.0	40.4	33.6	-----	-----	285	180	386	0.094	1.41	0.55	+0.39	600
4 A (A)	X: 490.30 Y: 5294.15	112 R	8.7	71.0	30.0	18.8	264	45.0	22.2	14.6	-----	-----	301	220	361	0.695	0.31	1.50	-0.206	580
5 (A)	X: 491.70 Y: 5289.20	20 ?	----	53.6	4.7	2.4	161	10.0	----	----	0.09	0.06	153	132	196	0.146	0.224	----	----	275
6 A (A)	X: 496.10 Y: 5295.70	30 R	6.7	73.6	0.41	13.4	220	27.0	4.6	0.3	0.14	0.05	205	180	287	0.113	0.975	4.38	-2.08	435
7 (A)	X: 499.10 Y: 5298.95	100 R	----	50.0	6.5	17.7	189	13.5	1.5	----	0.06	0.02	152	155	129	0.181	1.11	6.76	-13.1	323
3 A (A)	X: 496.05 Y: 5302.65	100 R	12.5	85.0	6.7	22.5	147	45.0	59.0	2.2	----	----	242	121	356	0.129	1.58	0.56	+0.467	520
9 A (A)	X: 492.30 Y: 5298.70	233 R	11.0	97.5	5.1	16.2	197	45.0	42.0	<0.1	----	----	265	162	355	0.086	1.50	0.79	+0.467	560
10 A (A)	X: 494.90 Y: 5305.70	272 R	11.0	57.0	4.8	65.4	200	25.0	45.0	22.5	----	----	163	159	356	0.138	6.85	0.41	-1.12	540
11 A (A)	X: 491.05 Y: 5301.80	110 R	7.8	57.6	4.6	16.4	152	11.0	12.5	29.3	----	----	165	125	239	0.131	1.44	0.65	+0.55	360

12 (A)	X: 16[illegible] 32 Y: 5[illegible]	98 R	----	74.0	2.2	57.7	233	24.0	180.0	6.4	<0.03	<0.05	194	190	394	0.050	13.3	0.1	+1.09	736
14 A (A)	X: 49[illegible] 23 Y: 5304.87	?	6.1	69.6	9.4	43.6	26	8.5	150.0	17.7	----	----	212	22	385	0.22	2.08	0.04	+0.62	600
15 (A)	X: 487.40 Y: 5301.10	247 R	----	32.5	1.8	39.3	169	10.0	3.8	----	0.09	0.15	89	139	217	0.093	11.0	1.98	-14.3	797
17 A (A)	X: 490.20 Y: 5308.20	300 R	7.9	23.8	2.7	15.4	88	17.0	6.4	6.0	----	----	72	73	134	0.185	2.58	1.97	-2.15	198
18 (A)	X: 497.80 Y: 5306.40	110 R	----	57.0	3.3	36.3	206	13.5	30.0	0.1	1.02	0.02	156	169	240	0.097	5.10	0.338	-0.644	469
19 (A)	X: 496.50 Y: 5311.30	46 R	----	64.0	5.4	60.3	309	14.0	5.0	<0.1	0.37	0.14	182	254	302	0.141	5.15	2.10	-15.3	533
21 (A)	X: 499.05 Y: 5316.78	136 R	----	22.0	2.7	10.4	81	10.5	7.0	<0.1	0.23	0.11	66	67	105	0.206	1.74	1.12	-0.924	179
22 (A)	X: 498.70 Y: 5320.80	300 R	----	21.5	8.0	68.5	158	60.0	8.0	----	0.29	0.02	87	130	257	0.635	4.21	5.62	-11.5	393
23 (A)	X: 495.90 Y: 5325.85	86 R	----	142.0	23.0	44.5	457	13.5	81.0	4.0	0.37	0.34	450	375	659	0.271	0.75	0.125	+0.374	1010
24 (A)	X: 496.60 Y: 5328.90	60 R	----	9.8	5.6	11.3	33	26.0	5.6	----	0.50	0.04	47	27	104	0.978	0.936	3.47	-1.74	154
25 (A)	X: 492.60 Y: 5325.25	?	----	31.5	7.5	13.5	108	19.0	26.4	2.5	1.25	<0.05	110	89	123	4.00	0.797	0.540	+0.338	290
26 (A)	X: 492.30 Y: 5321.70	?	----	14.4	3.4	26.3	98	14.0	4.0	0.6	0.3	<0.05	50	81	100	0.395	3.51	2.62	-7.76	193
27 (A)	X: 495.40 Y: 5318.80	115 R	----	20.0	4.6	45.9	105	35.0	24.0	10.0	1.60	0.05	69	86	226	0.384	4.32	1.09	-1.43	348

NO D'ÉCHANTILLON (ZONE)	COORDONNÉES U.T.M.	PROFONDEUR (pieds)		SILICE (mg/l)	CALCIUM (mg/l)	MAGNÉSIUM (mg/l)	SODIUM + POTASSIUM (mg/l)	BICARBONATES (mg/l)	SULFATES (mg/l)	CHLORURES (mg/l)	NITRATES (mg/l)	FER (mg/l)	MANGANÈSE (mg/l)	DURETÉ TOTALE (mg/l $CaCO_3$)	ALCALINITÉ (mg/l $CaCO_3$)	SOLIDES DISSOUS (mg/l)	r Mg/r Ca	r Na/r Mg	r SO_4/r Cl	r Cl - r Na/r Cl (l.e.b.)	CONDUCTIVITÉ (µmhos/cm)
28 (A)	X: 492.65 Y: 5328.70	36 R	----	123.0	20.0	64.5	309	42.0	89.0	90.0	1.5	0.07	390	254	628	0.272	1.21	0.35	+0.210	1030
29 (C)	X: 488.70 Y: 5328.75	90 R	----	0.8	0.5	169.5	176	57.0	7.7	0.1	1.06	0.05	4	145	205	1.05	173	5.50	-31.8	566
30 (B)	X: 489.40 Y: 5332.10	78 R	----	70.5	9.7	39.0	243	48.0	20.0	22.0	0.10	2.10	217	195	360	0.230	0.649	1.81	+0.079	575
31 (B)	X: 493.10 Y: 5332.70	95	----	22.0	3.9	19.3	61	44.0	14.0	4.0	0.15	<0.05	71	50	143	0.296	2.36	2.35	-0.916	225
32 (C)	X: 480.90 Y: 5325.70	325 R	----	22.8	46.8	848.2	331	160.0	1050.0	1.1	2.64	0.10	249	272	2080	3.39	9.29	0.114	-0.197	3960
33 (B)	X: 484.40 Y: 5322.05	296 R	----	39.0	2.9	14.4	158	14.0	3.2	3.1	0.10	<0.05	110	130	141	0.124	2.06	3.30	-4.5	285
34 (A)	X: 485.50 Y: 5319.50	?	----	79.2	5.4	15.7	240	44.0	15.0	1.0	0.03	0.15	220	195	285	0.114	1.02	2.20	-0.756	506
35 (B)	X: 481.70 Y: 5319.00	105 R	----	94.8	8.5	36.3	248	42.0	64.0	16.2	0.04	<0.05	272	205	425	0.15	1.71	0.493	+0.335	708
36 (A)	X: 489.25 Y: 5314.15	150 R	----	33.0	3.2	8.6	98	33.5	5.0	1.3	0.05	<0.05	96	81	135	0.162	0.920	5.01	-0.722	238

37 (A)	X: 485.70 Y: 5310.95	50 R	----	29.0	6.5	32.8	44	93.5	18.0	6.0	0.11	<0.05	99	36	187	0.376	2.19	3.89	-1.32	350
38 (A)	X: 482.80 Y: 5308.05	100 R	----	56.5	8.1	40.5	103	36.0	30.0	84.0	0.03	<0.05	175	85	385	0.240	0.679	0.901	+0.463	580
39 (A)	X: 486.50 Y: 5307.15	62 R	----	56.0	2.9	8.9	155	30.5	7.1	2.0	0.11	0.34	152	127	195	0.087	1.23	3.23	-0.475	327
40 (A)	X: 482.37 Y: 5301.00	118 R	----	74.0	4.2	34.0	170	78.0	17.0	35.0	0.30	<0.05	203	140	340	0.095	3.40	3.46	-1.44	543
41 (C)	X: 477.10 Y: 5320.90	80 R	----	9.8	18.9	215.3	293	150.0	87.0	1.0	0.23	<0.05	102	240	555	3.22	5.55	1.29	-2.52	966
42 (B)	X: 478.60 Y: 5314.60	?	----	4.7	0.6	129.2	169	30.0	30.0	0.1	0.11	<0.05	15	139	286	0.213	110	0.75	-5.4	483
43 (C)	X: 474.90 Y: 5312.50	?	----	3.4	4.2	108.9	145	30.0	40.0	18.0	0.30	<0.05	26	30	323	2.07	12.5	0.563	-2.84	521
44 (C) (P.C.8)	X: 470.00 Y: 5313.70	192 R	----	1.5	1.2	113.7	217	25.0	7.8	<0.1	0.40	0.10	9	178	236	1.26	48.2	2.40	-20.7	396
45 (C) (P.C.9)	X: 465.50 Y: 5310.45	225 R	----	3.4	2.7	360.8	223	100.0	240.0	0.3	0.10	<0.05	20	180	563	1.34	67.6	0.313	-1.23	1290
46 (C)	X: 468.20 Y: 5315.70	?	----	22.0	2.7	14.4	81	13.5	7.0	0.1	15.0	0.20	66	67	115	0.196	1.94	1.44	-1.17	189
47 (C)	X: 465.00 Y: 5304.40	167 R	----	12.0	13.6	113.4	18	54.0	186.0	25.2	0.05	0.15	86	15	533	1.91	4.02	0.217	+0.136	846
48 (B)	X: 468.29 Y: 5307.72	153 R	----	26.0	13.6	60.7	94	80.0	40.0	12.0	0.03	<0.05	121	77	273	0.874	2.11	1.50	-1.11	506

NO D'ÉCHANTILLON (ZONE)	COORDONNÉES U.T.M.	PROFONDEUR (pieds)	SILICE (mg/l)	CALCIUM (mg/l)	MAGNESIUM (mg/l)	SODIUM + POTASSIUM (mg/l)	BICARBONATES (mg/l)	SULFALTES (mg/l)	CHLORURES (mg/l)	NITRATES (mg/l)	FER (mg/l)	MANGANESE (mg/l)	DURETE TOTALE (mg/l $CaCO_3$)	ALCALINITE (mg/l $CaCO_3$)	SOLIDES DISSOUS (mg/l)	r Mg/r Ca	r Na/r Mg	r SO_4/r Cl	r Cl - r Na/r Cl (l.e.)	CONDUCTIVITE (µmhos/cm)
49 (C)	X: 471.16 Y: 5311.60	133 R	----	28.0	22.0	36.3	128	105.0	22.0	48.0	0.09	0.37	160	105	435	1.32	0.658	3.59	-0.844	680
50 (B)	X: 472.60 Y: 5308.89	164 R	----	60.0	12.0	21.7	205	40.0	24.0	16.0	<0.03	<0.05	199	170	265	0.333	0.786	1.25	-0.089	483
51 (B)	X: 478.43 Y: 5309.45	225 R	----	12.8	3.2	109.8	229	68.0	24.0	2.0	0.03	<0.05	46	190	320	0.418	17.5	2.13	-5.84	552
52 (B)	X: 474.70 Y: 5304.50	70 R	----	80.0	6.0	16.2	180	46.0	54.0	2.0	7.40	0.42	225	148	245	0.126	0.916	0.640	+0.702	552
53 (A)	X: 478.05 Y: 5302.85	37 R	----	41.0	2.1	6.2	99	44.0	6.7	0.2	1.45	0.05	111	81	163	0.086	1.05	4.94	+0.032	262
54 (C)	X: 462.50 Y: 5307.20	250 R	----	63.0	6.3	47.0	100	48.0	76.0	54.0	0.04	<0.05	183	82	365	0.168	2.82	0.476	+0.312	598
55 (C)	X: 459.90 Y: 5302.50	223 R	----	2.0	3.5	270.0	447	85.0	86.0	0.1	0.25	0.10	20	370	611	2.92	39.0	0.743	-3.65	1030
56 (B)	X: 454.45 Y: 5290.50	?	----	14.0	5.7	80.9	183	38.0	63.0	0.9	0.13	<0.05	59	150	308	0.681	6.9	4.54	-0.829	575
57 (B)	X: 457.60 Y: 5292.25	185 R	----	20.0	31.2	98.0	320	70.0	95.0	38.0	0.17	<0.05	178	262	640	2.61	1.14	0.552	-0.098	943

58 (B)	X: 462.05 Y: 5289.95	73 R	----	56.0	14.0	33.7	254	38.0	15.0	3.3	0.04	<0.05	198	205	245	0.42	1.03	1.90	-1.81	506
59 (B)	X: 465.67 Y: 5289.00	50 M.T.	----	41.0	4.2	8.9	146	32.0	1.9	1.4	0.03	<0.05	120	120	129	0.149	0.947	12.6	-51.5	285
60 (B)	X: 468.80 Y: 5292.30	60 R	----	27.0	3.4	15.0	83	44.0	3.7	0.2	0.01	0.05	82	68	153	0.211	1.85	8.90	-3.96	230
61 (B)	X: 468.10 Y: 5297.80	144 R	----	110.0	15.5	49.8	292	130.0	30.2	3.2	0.04	<0.05	339	240	440	0.236	1.56	2.48	-0.80	713
62 (B)	X: 468.65 Y: 5301.70	298 R	----	47.0	18.3	30.7	83	34.0	30.0	96.0	0.07	<0.05	193	125	355	0.653	0.659	0.849	-0.172	524
63 (B)	X: 472.36 Y: 5300.41	90 R	----	115.0	9.4	36.6	359	100.0	33.2	12.0	0.04	<0.05	326	294	491	1.37	1.34	2.26	-0.108	791
• 64 (B)	X: 479.20 Y: 5319.40	124 M.T.	0.6	29.0	3.4	13.2	45	45.0	12.2	0.7	27.00	0.43	87	37	124	0.20	1.54	2.65	-0.26	213
• 65 (B)	X: 470.70 Y: 5303.70	106 M.T.	6.8	50.0	7.5	15.3	135	60.0	8.5	<0.1	1.30	<0.05	156	110	205	0.25	0.89	5.00	-1.29	336
• 66 (B)	X: 469.95 Y: 5297.50	50 M.T.	8.6	12.8	2.6	4.9	38	12.3	2.7	4.6	0.58	<0.05	43	31	64	0.33	0.76	3.13	-1.08	100
• 67 (B)	X: 467.35 Y: 5290.35	50 M.T.	9.0	30.0	2.5	4.0	94	5.3	5.1	0.2	0.39	<0.05	85	77	98	0.14	0.71	0.79	-0.07	164
• 68 (A)	X: 478.80 Y: 5301.20	120 R	0.6	16.0	2.5	26.8	61	27.0	6.6	0.1	4.70	0.11	50	55	103	0.27	2.62	3.00	-2.06	175
• 69 (C)	X: 467.20 Y: 5308.80	129 M.T.	7.8	29.5	35.0	1157.0	599	148.0	1390.0	<0.1	6.00	0.29	218	493	2965	1.98	16.8	0.08	-0.24	5100

NO D'ÉCHANTILLON (ZONE)	COORDONNEES U.T.M.	PROFONDEUR (pieds)	SILICE (mg/l)	CALCIUM (mg/l)	MAGNESIUM (mg/l)	SODIUM + POTASSIUM (mg/l)	BICARBONATES (mg/l)	SULFALTES (mg/l)	CHLORURES (mg/l)	NITRATES (mg/l)	FER (mg/l)	MANGANESE (mg/l)	DURETE TOTALE (mg/l $CaCO_3$)	ALCALINITE (mg/l $CaCO_3$)	SOLIDES DISSOUS (mg/l)	r Mg/r Ca	r Na/r Mg	r SO_4/r Cl	r Cl - r Na/r Cl (1 e.b)	CONDUCTIVITE (µmhos/cm)
*70 (B)	X: 470.40 Y: 5308.30	40 M.T.	8.0	18.5	4.8	41.5	107	41.0	14.8	<0.1	2.00	0.10	67	87	175	0.43	3.79	2.00	-2.61	259
*71 (B)	X: 467.80 Y: 5302.40	46 M.T.	13.5	15.7	6.0	181.0	248	142.0	10.9	<0.1	6.00	0.25	64	273	703	0.64	14.04	9.16	-21.19	800
*72 (C)	X: 463.40 Y: 5294.80	80 M.T.	5.7	6.5	4.3	121.4	194	19.0	109.0	0.7	7.90	0.32	34	170	488	1.09	14.14	0.12	-0.62	660
P.C.1 (C)	X: 461.90 Y: 5295.60	>70 M.T.	7.0	2.9	2.1	109.2	242	22.0	23.0	<0.1	0.07	<0.05	16	195	303	1.21	25.5	0.719	-5.80	460
P.C.2 (B)	X: 463.10 Y: 5295.80	? M.T.	8.8	29.2	9.2	67.0	218	19.0	21.0	<0.1	0.32	0.07	111	180	250	0.527	3.31	0.680	-3.24	478
P.C.3 (B)	X: 466.90 Y: 5292.80	?	11.5	51.6	11.6	40.5	177	90.0	2.4	<0.1	0.14	0.18	177	145	271	0.378	1.46	28.2	-20.0	465
P.C.4 (B)	X: 479.70 Y: 5313.30	?	7.2	10.7	4.0	150.4	288	63.0	21.0	<0.1	0.88	0.09	44	240	---	0.626	18.86	2.25	-9.53	688
P.C.5 (B)	X: 480.85 Y: 5316.95	270 R	7.8	1.2	0.6	195.5	275	3.5	42.6	<0.1	0.90	<0.05	6	230	421	0.83	160.8	0.058	-5.75	700
P.C.6 (C)	X: 466.70 Y: 5310.80	175 R	6.1	14.9	8.8	982.5	312	110.0	816.0	<0.1	3.00	0.19	74	255	1846	0.98	56.74	0.096	-0.78	3400

P.C.7 (C)	X: 467.70 Y: 5311.30	250 R	6.9	1.7	1.1	222.6	287	20.0	82.8	<0.1	0.62	<0.05	9	240	492	1.13	100.33	0.172	-2.89	810
P.C.10 (B)	X: 465.90 Y: 5289.80	97 M.T.	9.5	55.0	5.1	10.5	171	24.0	2.7	<0.1	----	----	159	140	210	0.15	0.83	6	-3.38	337
P.C.11 (C)	X: 463.70 Y: 5305.55	72 M.T.	6.9	18.0	19.0	884	394	154.0	950.0	<0.1	----	----	123	320	2145	1.77	23.43	0.12	-0.37	3700
P.C.12 (C)	X: 462.35 Y: 5295.75	55 M.T.	6.9	3.0	2.9	133.0	255	12.0	14.0	<0.1	0.08	<0.05	20	210	301	1.60	21.88	0.62	-12.46	495
P.C.13 (C)	X: 471.50 Y: 5316.20	300 M.T.	6.7	50.0	50.0	2516.0	300	292.0	1900.0	<0.1	0.50	<0.05	330	295	4903	1.67	25.17	0.12	-0.94	8265
* P.C.14 (B)	X: 467.70 Y: 5299.25	25 M.T.	9.1	22.0	6.0	136.0	283	62.0	17.2	0.1	0.38	0.12	80	230	408	0.44	11.38	2.58	-10.38	551
* R-1-74 (C)	X: 466.10 Y: 5294.60	251 R	6.0	18.5	10.0	81.0	134	24.0	12.1	1.1	9.00	0.06	88	110	149	0.90	2.37	1.41	-4.70	266
* R-3-74 (B)	X: 465.10 Y: 5300.90	251 R	9.7	23.7	10.0	63.5	---	17.5	42.0	----	3.00	0.06	---	---	---	0.71	2.73	0.30	-0.90	380
* R-13-74 (A)	X: 486.25 Y: 5310.15	203 R	9.4	33.0	2.3	12.5	120	10.0	3.0	----	0.13	<0.05	92	99	152	0.12	2.26	2.63	-4.38	217
Mun. St-Arsène (B)	X: 468.30 Y: 5306.00	176 R	----	36.8	5.8	15.6	---	30.0	20.0	1.2	0.0	0.00	116	86	183	0.27	0.08	1.07	+0.93	215
Mun. St-Clément (A)	X: 492.80 Y: 5307.55	207 R	12.0	35.0	3.0	14.8	112	23.0	15.0	<0.1	----	----	100	92	147	0.15	2.16	1.09	-0.28	238

* Ces échantillons ont été prélevés dans les puits d'observation

M.T. = puits terminés dans les dépôts meubles

R = puits terminés dans le roc

ANNEXE IV

TABLEAU DE CONVERSION

UNITES ANGLAISES - SI

Longueur

1 pied = 0,30 mètre

1 mille = 1,61 kilomètre

Surface

1 mille carré = 2,59 kilomètres carrés

Volume

1 pied cube = 0,028 mètre cube

Perméabilité

1 gallon par jour par pied carré = $5,66 \times 10^{-7}$ mètre par seconde

Transmissivité

1 gallon par jour par pied = $1,726 \times 10^{-7}$ mètre carré par seconde

Débit

1 gallon à la minute = 0,27 mètre cube par heure

Achevé d'imprimer à
Québec en juillet 1978, sur
les presses du Service de la reprographie
du Bureau de l'Éditeur officiel
du Québec

L'ÉDITEUR OFFICIEL DU QUÉBEC
SERVICE DE LA REPROGRAPHIE
Juillet 1978